

茶殻消臭効果の最適条件を探る

岩手県立一関第一高等学校理数科 3 年
小野寺創冨 河内勇弥 千葉俊
小野寺志織 小野寺玲

要約

私たちは、茶殻の消臭効果について興味を持ち、茶葉の種類、抽出回数、金属イオンの有無に着目して調べた。その結果、「紅茶」「抽出 1 回」「金属イオン有り」のとき、最大の効果を得た。これは、抽出によって成分が抜け、その隙間にアンモニアが吸着される「物質的效果」、発酵によって生じたテアフラビンが金属イオンと錯イオンを形成し、アンモニアを吸着する「化学的效果」によると予想した。

<キーワード> 茶殻 アンモニア 消臭

The best condition of deodorization effect by used tea leaves

ONODERA Sogo KAWACHI Yuya CHIBA Shun ONODERA Shiori and ONODERA Rei

ABSTRACT

We searched deodorization effect by used tea leaves by changing kind of tea leaves, the number of extracted, metallic ions. As a result, once-extracted black tea leaves with metallic ion is the best. We considered that the components were come out by doing extraction and ammonia was absorbed into the space. Also, theaflavin make complex ions with metallic ions and decomposes ammonia by fermenting.

Keywords: tea leaves ammonia deodorization

1 はじめに

お茶は、日本はもちろん、世界中で広く親しまれている飲料である。また、お茶に含まれる成分は様々な効果を持つことが知られており、がん予防や抗酸化作用、抗菌効果、消臭効果などがある。我々は、先人の知恵として古くから信じられてきた「茶殻の消臭効果」に注目した。実際に、茶殻による消臭効果を生かした製品は開発されているが、その効果の大きさに関する報告例は少ない。増田ら(2004)は、市販の緑茶・ほうじ茶・ウーロン茶・紅茶の 4 種類の茶を用い、それらを未使用と 1 回抽出に分けて実験をし、茶葉よりも茶殻の消臭効果が大きいと述べている。また、宮本ら(2013)は、緑茶のみを用いて、塩化ナトリウム・硫酸アンモニウム鉄(II)六水和物・硫酸アンモニウム鉄(III)十二水和物・硫酸銅(II)五水和物・硫酸アルミニウム十八水和物・硝酸ニッケル六水和物の 6 種類の金属イオンを浸して実験し、金属イオンを含ませた茶葉、特に鉄(II)イオン、鉄(III)イオ

ン、アルミニウムイオン、銅(II)イオンの時に消臭効果が大きくなることを述べていた。

それらを踏まえて、私たちは茶殻を利用してより高い消臭効果を得るという目的のもと実験を始めた。具体的には、茶葉の種類や抽出回数・金属イオンの有無等によって効果に差が出るのかを調べる実験である。

発酵段階による効果の違いを調べるため、茶葉は緑茶・紅茶の 2 種類を用意した。金属イオンは硝酸アルミニウム・硝酸鉄(III)・硝酸銅(II)を使用した。硝酸アルミニウムについては、先行研究でアルミニウムイオンが最も高い消臭効果を示していたため、使用することにした。なお、陰イオンによる影響を無視するため、金属イオンはすべて硝酸化合物でそろえることとした。

2 方法

1) 実験材料

1-a) 使用した茶葉とその処理

市販の緑茶(トップバリュ [日本産])、

紅茶（日東紅茶〔インド，スリランカ産〕）を用いた。それぞれ未抽出の茶葉，1回抽出した後の茶葉を使用した。ここでいう「抽出」とは、茶を煮出す操作を意味している。抽出は、各種メーカーの推奨している煎れ方を参考にした。緑茶は茶葉 2g に対して沸騰した水 130ml の割合で1分間抽出した。また、紅茶は茶葉 2g に対して沸騰した水 150ml の割合で1分間抽出した。茶葉はお茶パックに入れ，熱湯を注いだ後はかき混ぜるようにして十分に茶の成分が液体中に浸出するようにした。その後、お茶パックの封を開けて広げ、それらを風通しの良い場所で十分に陰干しした。なお、乾燥の前で質量が 80 パーセント以上減少することを「乾燥した」と定義する。

1-b) 金属イオンの処理

金属イオンとして $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ の硝酸アルミニウム，硝酸鉄（III），硝酸銅（II）を使用した。茶殻と金属イオンの合成では，茶殻 4.0g を，それぞれの金属イオン溶液 20ml に 30 分間浸した。その後、抽出後と同様に乾燥の工程を行った。

1-c) 臭気物質

今回は臭気物質として 15mol/L のアンモニアを使用した。なお，これは濃度変化を十分に観察するために，検知管の測定範囲を考慮した濃度である。マイクロピペット（CLEAR BOY〔株式会社エル・エム・エス〕）を用いて $130 \mu\text{L}$ 測り取り，30mL の試験管の中に入れた。この時、試験管には三方活栓を差し込んだゴム栓を取り付け、活栓を通してアンモニアの封入、取り出しを行った。その後、ドライヤーで1分間加熱してアンモニアを気化させ、さらに1分間放置して試験管内の濃度を均一にした。アンモニアの検知には，気体検知管〔株式会社ガステック（2.5ppm~60ppm）〕を用いた。

1-d) 実験装置

1Lのペットボトルの中で消臭実験を行った。気体注入のための穴をペットボトルの下部に開け，三方活栓を取り付けた。さらに、結合部のわずかな隙間を埋めるため、プラスチック用ボンド（GP クリヤー）を塗って気密性を高めた。また，ゴム栓に穴を2つ開け，初期値用と測定値用の2本の

検知管を差し込んだ。それを飲み口に差し込み，十分に密閉した。実験装置を Fig.1 に示す。



Fig.1 Experimental device.

2) 実験方法

2-a) 実験条件

Table.1 に示すように，緑茶と紅茶の未抽出の茶葉と1回抽出した後の茶殻を，3種の金属イオンにそれぞれ浸したものを，浸さないものに分け，計 16 種類用意した。消臭時間は 5 分間，10 分間，20 分間，30 分間と条件を変えた。なお，アンモニアの水に溶けやすいという性質上，湿度の高い雨の日は実験誤差防止のため，実験を行わなかった。

Table.1 Experimental sample

Kind	Number of extractions	Metal ions
Green tea leaves	0	-
Green tea leaves	0	Al
Green tea leaves	0	Cu
Green tea leaves	0	Fe
Green tea leaves	1	-
Green tea leaves	1	Al
Green tea leaves	1	Cu
Green tea leaves	1	Fe
Black tea leaves	0	-
Black tea leaves	0	Al
Black tea leaves	0	Cu
Black tea leaves	0	Fe
Black tea leaves	1	-
Black tea leaves	1	Al
Black tea leaves	1	Cu
Black tea leaves	1	Fe

2-b) 実験手順

0.50g の茶殻と，気化させたアンモニア 7.0ml を注射器で Fig.1 の実験装置へ注入した。拡散のため1分間放置し，1本目の気体検知管でアンモニア濃度の初期値を測定した。一定時間が経過した後，2本目の検知管でアンモニア濃度を測定した。なお，施行の際には，茶殻がアンモニアと十分に

触れるよう、Fig.1 のように装置を倒して実験を行った。

3 結果

1) データの処理

検知管で濃度を測る際、実験装置内のアンモニアを一部吸引するため、検知管が示す値と実際のアンモニアの濃度に誤差が生じてしまう。その誤差を修正するため、茶殻を用いずにブランクの初期値と測定値の誤差を測定した。その結果を Table.2 に示す。

Table.2 experimental data of not using tea leaves

	default(ppm)	measured(ppm)	percentage(%)
1times	48.0	44.0	91.7
2times	63.0	58.0	92.1
3times	54.0	52.0	96.3
average	55.0	51.3	93.3

これより、以下の計算で実験値を補正し、初期値を 100% に揃えた。

$$\left(\frac{\text{測定値}}{\text{初期値}} \times 100 \right) \times \frac{100}{\text{残存率の平均値}}$$

検知管の測定範囲が 2.5ppm~60ppm であるため、下限である 2.5ppm を下回ったものは極小であるとみなし、グラフ上では 0% と表記した。

2) ブランクとの比較

Fig.2 に、未抽出の緑茶を加えた時と、加えていないときのアンモニアの残存量を示す。茶葉を加えていない場合でも、30 分後にはアンモニアが 10% 減少した。これは実験装置の隙間からアンモニアが漏れているためであると考えられる。一方、茶葉を加えたとき、30 分後にはアンモニアが 90% 減少した。このことより、実験装置は完全には密閉できていないが、茶葉を加えた時の消臭効果を測定するには十分な機能を備えていることが分かった。

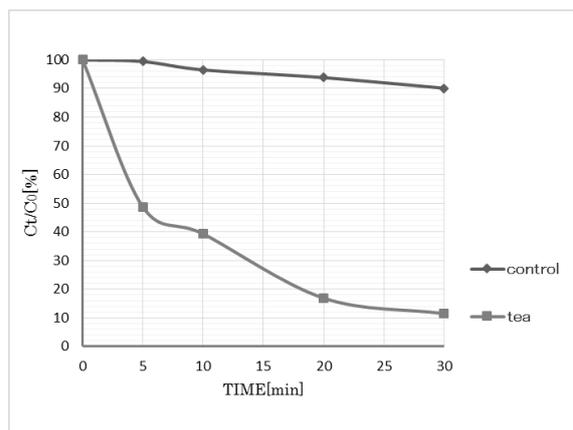


Fig.2 Remaining concentration of Ammonia at several time.

[Not extracted Green tea leaves & non-leaves]

3) 実験結果

実験結果のグラフを Fig.3, Fig.4, Fig.5, Fig.6 に示す。

Fig.3 より、金属イオンを加えていない茶殻に比べ、金属イオンを用いた茶殻では早い段階で消臭効果が見られた。しかし、金属イオンの有無に関わらず 30 分後にはすべての茶殻でアンモニア残存量が 10% 付近に収束した。

Fig.4 より、5 分の段階で金属イオンの有無に関わらず、アンモニア残存量が 20% を下回っている。10 分では、金属イオンを加えた茶葉と加えていない茶葉の差は、小さいことがわかる。

Fig.5 より、金属イオンを加えていない茶葉に比べ、加えた茶葉の方がより早く、大きな消臭効果が得られた。また、金属イオンを用いたものと、そうでないものの差が大きいことが分かる。

Fig.6 より、金属イオンの有無に関わらず 5 分の段階でアンモニア残存濃度が 15% を下回っており即効性があるといえる。加えて、4 種のグラフはほぼ同じような軌道をたどった。

Fig.3 と Fig.4, Fig.5 と Fig.6 のそれぞれを比べると、どの茶葉でも抽出後に消臭効果が向上していた。

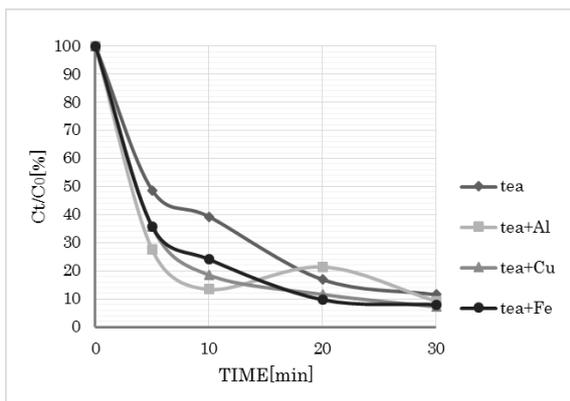


Fig.3 Remaining concentration of Ammonia at several time.
[Not extracted Green tea leaves]

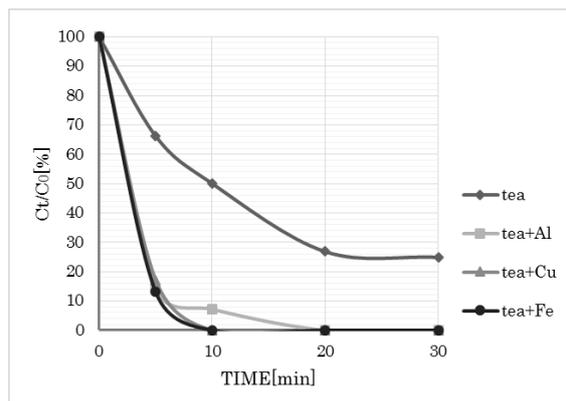


Fig.5 Remaining concentration of Ammonia at several time.
[Not extracted Black tea leaves]

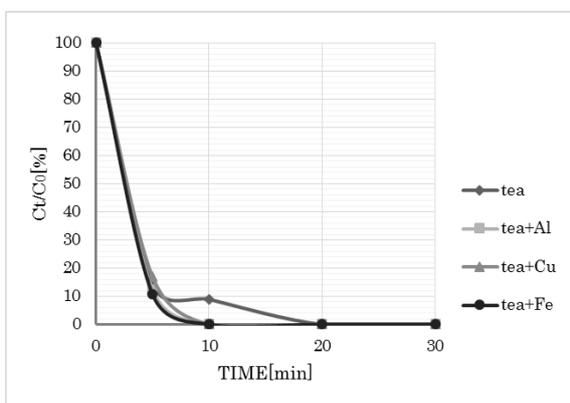


Fig.4 Remaining concentration of Ammonia at several time.
[Once-extracted Green tea leaves]

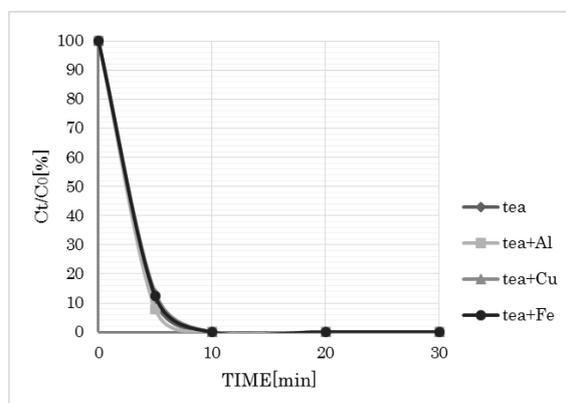


Fig.6 Remaining concentration of Ammonia at several time.
[Once-extracted Black tea leaves]

また、Fig.3 と Fig.5 より、未抽出の茶葉に金属イオンを用いることによる消臭への有用性も見受けられる。金属イオン処理をしたものに注目すると、今回はアルミニウムイオン、銅(II)イオン、鉄(III)イオンの3種類で実験を行い、消臭効果の増大が認められた。しかし、種類の違いによる消臭効果の大きさに差はみられなかった。

よって、種類に関係なく金属イオンを含ませた茶葉は大きな消臭効果を持つことがわかる。

4 考察

以上の結果を踏まえると、我々が得た茶殻消臭効果の最適条件は「紅茶」「抽出1回」「金属イオン有り」であった。

そこで消臭効果を増大するための要因について2点考察をした。

1点目は、「抽出」が茶殻に及ぼす影響である。緑茶、紅茶ともに抽出1回の茶殻に大きな消臭効果があったことから「抽出」による茶殻の変化が消臭効果の大きさに関わっていると考えられる。一般に、抽出過程において茶葉中に含まれる多くの成分は液体中に溶脱する。その物質が抜け出た後には茶殻の表面に多数の細孔が存在していると考えられる。よって茶殻にアンモニア分子が接触することで、比較的分子量の小さいアンモニアは茶殻の細孔に取り込まれるという消臭のメカニズムが予想される。したがって、茶殻による消臭とは茶殻の表面構造が臭気物質を吸着する

物理的消臭であると考えられる。

2 点目は、茶葉の「発酵段階」による影響である。茶葉は発酵段階によって大きく 3 種の烏龍茶、完全発酵の紅茶がある。この場合の「発酵」とは一般的な意味合いとは異なり、茶葉中の酸化酵素を活性化することによりカテキン類の重合体を形成すること、と定義されている。

茶葉中のカテキンも主に 4 種に分類されるが、緑茶中にはその内のエピカテキンとエピガロカテキンがそれぞれ 1 分子の状態で存在している。それらが重合し、エピカテキンとエピガロカテキンからなる 2 分子の物質、テアフラビン(縮合型タンニン)が多く含まれているものが紅茶である。エピカテキン、エピガロカテキン、テアフラビンの構造式をそれぞれ Fig.7, Fig.8, Fig.9 に示す。つまり、発酵によって緑茶と紅茶に含まれる主要成分は大きく異なるといえる。我々の研究結果を踏まえると、無金属の茶葉においては緑茶の消臭効果が大きかったが、金属を加えた茶殻に関しては紅茶が高い消臭効果を示した。主要成分の違いと絡めて考察すると、カテキン類と金属イオンの組み合わせより、テアフラビン(縮合型タンニン)と金属イオンの組み合わせにおいて効果が高まるのではないかと予想される。したがって、テアフラビンと金属イオンの強い結びつきが、臭気物質を吸着、または分解する化学的消臭であるとも考えられるのではないかと。

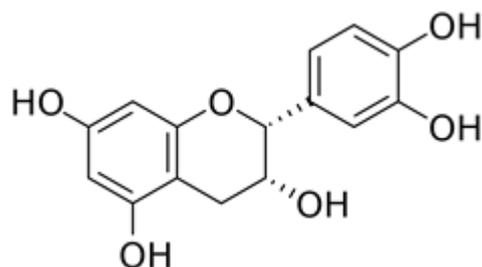


Fig.7 Structural formula of epicatechin.

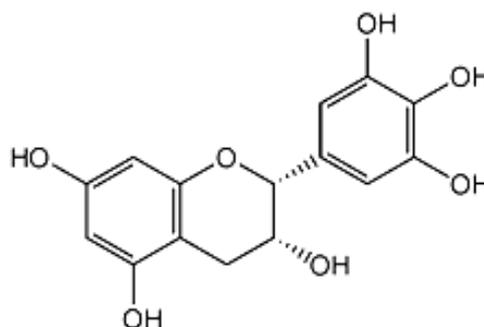


Fig.8

Structural formula of epigallocatechin.

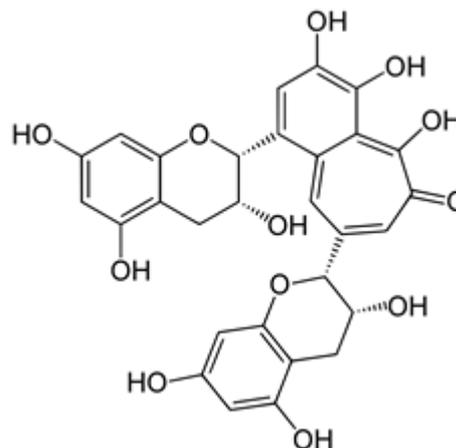


Fig.9 Structural formula of theaflavin.

5 まとめ

我々は茶殻による消臭効果に注目し、その効果がより大きくなる条件を見つけるために研究を行った。条件として、茶葉の種類や抽出回数を変えて違いを観察した。また、消臭効果を持つとされる金属イオンとの併用も試みた。実験には臭気物質の代表例ともいえるアンモニアを用い、実験前後の濃度の減少率で比較した。結果として、先行研究では注目されていなかった、「紅茶」「抽出 1 回」「金属イオン有り」において最大の消臭効果を得た。そのほかには、全体を通して抽出後の茶殻に、大きく即効性のある消臭が見られた。また、今回は代表的な金属として知られるアルミニウムイオン、銅(II)イオン、鉄(III)イオンを用い、効果の大小を比較しようと試みたが、今回の実験では効果の優劣を判断することはできなかった。ただ、金属イオンには一様に消臭効果を高める作用があることが分

かった。我々は以上の結果から、茶殻の消臭効果の最適条件に関わる要素として「抽出」、「発酵段階」そして「金属イオン」があるのではないかと考察した。

6 今後の展望

今後は考察をより確かなものにするために茶殻の表面構造の観察によって細孔の有無を確認する必要がある。また、半発酵である烏龍茶についても同様の実験を行い、発酵段階の関係性を明らかにするとともに、カテキン等の成分物質のみの実験も行いたい。抽出回数も1回に留まってしまったため、回数を増やし抽出回数と消臭効果の大きさの関係も深めていきたい。

紅茶と緑茶のどちらも金属イオンの処理を行ったほうがアンモニアの減少量が大きくなったことから、茶葉の持つ成分と金属イオンを合わせて使うことでより大きな消臭効果が得られることも分かったので、その関係性についても調べたい。そのためには、金属イオンとカテキン数の錯イオンの構造にも着目する必要があるだろう。

今回使った気体検知管でアンモニアの減少率から茶殻の消臭効果を調べることができた。しかし、アンモニアを最大でどのくらいの吸収できるのかを調べることができなかつたものがあつたので、測定可能なアンモニアのppmが大きいものを使うなどして、それぞれの茶葉や金属イオンの性質を比較したい。

謝辞

本研究にご助力いただいた一関第一高等学校 千田哲幸先生、君成田隆房先生に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 宮本佳澄美, 瀬口和義 (武庫川女子大学生生活環境学部生活環境学科) (2013): 茶殻の金属処理によるアンモニアの消臭効果
<https://mukogawa.repo.nii.ac.jp>
- 2) 増田淳二, 森脇洋, 福山丈二 (大阪市立環境科学研究所) (2004): 茶殻を用いた消臭の効果について
<https://www.jstage.jst.go.jp>